

А.Г. ЗЕЛЯ, кандидат біологічних наук

Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 4, с. Бояни, Чернівецький р-н, Чернівецька обл., 60321, Україна

НОВІ ПАТОТИПИ РАКУ КАРТОПЛІ *SYNCHYTRIUM ENDOBIOTICUM* (SCHILBERSKY) PERCIVAL В УКРАЇНІ

Мета. Виявлення та ідентифікація патотипів раку картоплі, які існують в Україні, гармонізована з вимогами EPPO Standard для *Synchytrium endobioticum*. **Методи.** Зразки ґрунту відбирали за схемою EPPO Standard удосконаленим буром. Виділення зооспорангіїв збудника раку проводили флотажією у розчині натрію йодистого. Ідентифікацію існуючих патотипів та ізолятів збудника хвороби проводили з визначенням реакції українського та європейського тест-сортименту картоплі на зараження зимовими зооспорами патотипів збудника раку. **Результати.** Аналіз проведених досліджень з ідентифікації патотипів раку картоплі у 2021—2023 рр. показав, що за визначення реакції на зараження українських сортів-диференціаторів картоплі зимовими зооспорами різних патотипів та ізолятів раку картоплі ідентифіковано 5 патотипів збудника раку: (D1) звичайний; 11(M1) Міжгірський, 13(R1) Рахівський, 18(Ya) Ясінівський; 22(B) Бистрецький. Ідентифікація ізоляту збудника раку з м. Сторожинець показала відмінність даного ізоляту від інших патотипів збудника хвороби, що існують в Україні. Використання європейського тест-сортименту картоплі ускладнювало точне розмежування на зараження українськими патотипами. Деякі європейські сорти-диференціатори (Combi, Saphir, Miriam, Giewont, Blanik, Irga, Evora та Spunta) дали однотипову реакцію на зараження українськими патотипами збудника раку. **Висновки.** За використання українського тест-сортименту картоплі ідентифіковано 5 патотипів збудника раку. За використання європейського тест-сортименту картоплі частина європейських сортів-диференціаторів дали однотипну реакцію на зараження українськими патотипами збудника хвороби. Для продовження досліджень з ідентифікації українських патотипів збудника хвороби пропонується оновити тест-сортимент картоплі.

рак; картопля; виявлення; зооспорангії; вогнища; патотипи; ідентифікація

Рак, збудником якого є внутрішньоклітинний облигатний патоген *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival, — найнебезпечніша хвороба картоплі [1]. Вперше її було ідентифіковано в Австро-Угорщині у 1888 р., Великобританії — 1898, Ірландії — 1902, Норвегії — 1914, у Швеції — в 1915 р. [2,3]. Пізніше у 2008 р. хворобу ідентифіковано у Польщі [4], 2009 — у Туреччині [5]. У Грузії рак ідентифіковано у 2020 р. [6]. За даними Європейської та Середземноморської організації карантину і захисту рослин (ЄОКЗР) рак картоплі включено до переліку карантинних захворювань 38-ми країн світу (включаючи Європу, Африку, Азію, Північну та Південну Америку). На теперішній час в світі вже зареєстровано 40 патотипів збудника [7].

В Україні вперше збудника раку виявлено у 1938 р. [1]. В наступні роки відбувалося збільшення площ заражених ґрунтів. У 2006—2008 рр. збудника виявили у 13-ти областях України на площі 8307,2 га. За останні роки площа вогнищ раку картоплі зменшилась у 3,5 раза, або на 72% у порівнянні з 2008 р. [8]. На 1 січня 2024 р. хвороба розповсюджена у 5-ти областях, 21-му районі, 225-ти населених пунктах, 8274-х присадибних ділянках на загальній площі 2337,96 га [9]. У Карпатському регіоні України виявлено найбільшу кількість вогнищ раку. Природно-кліматичні умови (перепади добових температур та висота над рівнем моря) в цьому регіоні є сприятливими для розвитку раку картоплі. У зв'язку зі зменшенням площі сільськогосподарських угідь у гірських районах картопля вирощується в монокультурі і це є однією з причин диференціації виду і формування нових патотипів збудника хвороби. Це явище проявляється ще сильніше за довготривалого вирощування суміші різних за стійкістю до раку сортів картоплі [10].

Нині в Україні зареєстровано: звичайний (Далемський) патотип збудника раку (D1), розповсюджений у Чернівецькій області; чотири агресивних — 11(M1) Міжгірський, 13(R1) Рахівський, 18(Ya) Ясінівський, поширені у Закарпатській області, 22(B) Бистрецький, поширений у Івано-Франківській області [11, 12].

Для виявлення зооспорангіїв збудника раку картоплі та ідентифікації патотипів раку картоплі, які існують у Європі, розроблено новий EPPO Standard PM 7/28(1) [12] та EPPO Standard PM 7/28(2) для *Synchytrium endobioticum* [13].

Для діагностування та ідентифікації раку картоплі за кордоном використовують молекулярно-генетичні методи. В практиці діагностичних лабораторій світу набув метод полімеразно-ланцюгової реакції (ПЛР), який виявився більш чутливим для ідентифікації нових патотипів [14—17].

Мета досліджень — ідентифікація патотипів раку картоплі, які існують в Україні, гармонізована з вимогами EPPO Standard PM 7/28(1) та EPPO Standard PM 7/28(2) для *Synchytrium endobioticum*.

Методика досліджень. Відбір зразків ґрунту для виявлення зооспорангіїв збудника раку картоплі у вогнищах раку проводили за стандартом ЕРРО РМ 7/28 (2) [12, 13]. Із кожних 0,01 га відбирали 6 вихідних зразків, за використання удосконаленого буру, з яких формували одну змішану пробу.

Для ідентифікації патотипів раку картоплі у 2021—2023 рр. розмножено європейський тест-сортимент картоплі (основний — Deodara, Tomensa, Eisterling, Producent, Combi, Saphir, Delcora, Miriam, Caroline, Ulme; додатковий — Asche Saemling, Desiree, Talent, Universal, Gievont, Blank, Baltyk, Irga, Nicola, Gavin, Evora, Spunta, Otolia, Megusta) та український (Поліська рожева, Слов'янка, Калинівська, Малинська біла, Щедрик, Червона рута, Базис, Сантарка, Глазурна, Божедар). У лабораторних умовах Української науково-дослідної станції карантину рослин ІЗР НААН (УкрНДСКР ІЗР НААН) було заражено зимовими зооспорами збудника раку по 6 бульб кожного сорту-диференціатора і через 75 діб визначено реакцію сорту на зараження патотипами (рис. 1). Виділяли зимові зооспори патотипів раку картоплі, що існують в Україні, запатентованим способом способом флотації у розчині натрію йодистого [19]. Всі експерименти проводили у трьох аналітичних повторностях. Статистичну вірогідність отриманих даних оцінювали з використанням Statistica 5.

Результати та обговорення. Дослідженнями з ідентифікації патотипів раку картоплі у лабораторних умовах виявлено ураження сортів диференціаторів Поліська рожева (рис. 2), що характерно для звичай-

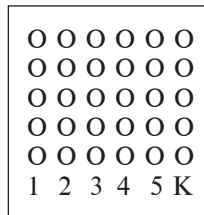


Рис. 1. Схема закладання лабораторних дослідів способом зараження картоплі зимовими зооспорами збудника раку (у субстраті ґрунт/перліт): 1—5 — сорти-диференціатори; К — контроль

ного патотипу збудника раку. При зараженні зооспорами 11(M1) Міжгірського агресивного патотипу виявлено ураження сортів Поліська рожева, Слов'янка, Легенда, Тетерів та Калинівська, що характерно для даного патотипу. При зараженні 13(R1) Рахівським патотипом уразились сорти 1-ї та 2-ї груп — Малинська біла, Диво, Червона рута та Фантазія; 18(Ya) Ясінівським — Диво, Червона рута, Фантазія та Щедрик; 22 (Бистрецьким) — уразились Диво та Червона рута.

В результаті проведених досліджень з ідентифікації патотипів раку картоплі, що існують в Україні, ідентифіковано 5 патотипів — D1 звичайний та 4 агресивних. Звичайний (Далемський) патотип збудника раку (D1) розповсюджений у смт Берегомет, Вижницького р-ну, Чернівецької обл. Агресивні патотипи 11(M1) Міжгірський, 13(R1) Рахівський, 18(Ya) Ясінівський поширені у Закарпатській, а 22(B1) Бистрецький — у Івано-Франківській обл. (табл. 1). У м. Сторожинець працівниками фітосанітарної служби Чернівецької обл. у 2019 р. виявлено новий осередок поширення збудника раку на площі 0,02 га з високим інфекційним навантаженням зооспорангіїв. Нині потрібно ідентифікувати даний ізолят.



Рис. 2. Сорт картоплі Поліська рожева, уражений 1 (D1) звичайним патотипом збудника раку

1. Ідентифікація патотипів збудника раку за використання українського тест-сортименту картоплі (2021—2023 рр.)

№ п/п	Назва сорту	Реакція на зараження патотипами та ізолятами раку					
		Звичайний (D1)	Міжгір'я 11(M1)	Рахів 13(R1)	Ясіня 18(Ya)	Бистрець 22(B)	Сторожинець
1	Поліська рожева	+ (S2)	+(S2)	+(S2)	+(S2)	+(S2)	+ (S1)
2	Слов'янка	- (R1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)
3	Легенда	- (R1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)
4	Тетерів	- (R1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)
5	Малинська біла	- (R1)	- (R1)	+ (S1)	- (R1)	- (R1)	+ (S1)
6	Калинівська	- (R2)	+ (S1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R2)
7	Диво	- (R1)	- (R1)	- (R1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)
8	Червона рута	- (R1)	- (R1)	- (R1)	+(S1)	+ (S1)	+ (S1)
9	Фантазія	- (R1)	- (R1)	+ (S1)	+ (S1)	- (R1)	- (R2)
10	Щедрик	- (R1)	- (R1)	- (R1)	+ (S1)	- (R1)	+ (S1)
11	Сантарка	- (R1)	- (R2)	- (R2)	- (R2)	- (R2)	- (R2)
12	Глазурна	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R2)
13	Божедар	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)

Примітка: + (S1), (S2) — ураження сорту-диференціатора;
- (R1), (R1) — відсутність ураження

У результаті проведених досліджень у лабораторних умовах виявлено ураження сортів диференціаторів: Поліська рожева, Слов'янка, Легенда, Тетерів, Малинська біла, Диво, Червона рута та Щедрик. Цей ізолят не схожий на ті, що ідентифіковані в Україні (табл. 1). Його ідентифікація буде продовжена.

Із літературних джерел відомо, що у різних країнах тест-сортимент може бути неоднаковим, але принцип підбору сортів — єдиний [19]. Для визначення патотипів раку використовують тест-сорті різної генетичної природи з розділенням на групи: 1 — уражені всіма відомими патотипами; 2 — стійкі до звичайного але уражені всіма іншими; 3 — стійкі до звичайного патотипу, але з різною реакцією на зараження новими патотипами; 4 — стійкі до всіх патотипів збудника хвороби.

При використанні європейського тест-сортименту картоплі у лабораторних умовах виявлено ураження сортів картоплі, сприйнятливих до всіх патотипів збудника раку, що існують у Європі: Deodara, Tomensa та Eisterling. При зараженні зооспорами 11(M1) Міжгірського патотипу виявлено ураження сортів Producent, Combi, Saphir, Delcora, Miriam — з основного тест-сортименту та Asche Samling, Desiree, Talent, Universal, Gievont, Blanik, Baltik, Irga, Evora, Spunta, Otolia — з додаткового сортименту.

При зараженні 13(R1) Рахівським патотипом виявлено ураження тих самих сортів-диференціаторів (основного тест-сортименту) та Asche Samling, Talent, Universal, Gievont, Blanik, Irga, Evora, Spunta, Otolia — з додаткового тест-сортименту.

Реакція на зараження основного тест-сортименту 18(Ya) Яснівським агресивним патотипом була однаковою з зараженням 11(M1) Міжгірським патотипом, за виключенням сорту Delcora. З додаткового тест-сортименту картоплі були уражені всі сорти за виключенням сортів Otolia та Megusta.

У результаті зараження 22(B1) Бистрецьким патотипом реакція на зараження була однаковою з реакцією на зараження 13(R1) Рахівським патотипом, за виключенням сортів Asche Samling, Desiree та Talent (табл. 2). Тест-сорті картоплі Karolin, Ulme та Megusta не уразились жодним патотипом збудника раку.

Використання європейського основного тест-сортименту картоплі для ідентифікації українських патотипів за попередніми даними не дало чіткої картини ідентифікації наших патотипів збудника раку, тому було введено додатковий тест-сортимент. Аналіз досліджень з ідентифікації патотипів раку картоплі у 2021—2023 рр. показав, що європейський тест-сортимент картоплі ускладнював точне розмежування на зараження українськими патотипами. Деякі сорти-диференціатори (Combi, Saphir, Miriam, Giewont, Blanik, Irga, Evora та Spunta) дали однотипову реакцію на зараження патотипами, тому для

2. Ідентифікація патотипів збудника раку за використання європейського тест-сортименту картоплі (2021—2023 рр.)

№ п/п	Назва сорту	Реакція на зараження патотипами раку				
		Звичайний (D1)	Міжгір'я 11(M1)	Рахів 13(R1)	Ясіня 18(Ya)	Бистрець 22(B)
1	Deodara	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
2	Tomensa	+ (S2)	+(S2)	+(S2)	+(S2)	+(S2)
3	Eisterling	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
4	Producent	- (R2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
5	Combi	- (R2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
6	Saphir	- (R2)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)
7	Delcora	- (R2)	+ (S1)	+ (S1)	- (R1)	+ (S1)
8	Miriam	- (R1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)
9	Karolin	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)
10	Ulme	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)
11	Asche Samling	+ (S2)	+ (S2)	+ (R1)	+ (S2)	- (R1)
12	Desiree	- (R1)	+ (S2)	- (R1)	+ (S1)	- (R1)
13	Talent	- (R1)	+ (S2)	- (R1)	+ (S2)	- (R1)
14	Universal	- (R1)	+ (S2)	- (R1)	+ (S1)	+ (S2)
15	Giewont	- (R1)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
16	Blanik	- (R1)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S1)	+ (S1)
17	Baltik	- (R1)	+ (S2)	- (R1)	+ (S1)	+ (S2)
18	Irga	- (R1)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
19	Nicola	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)
20	Gawin	+ (S1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)
21	Evora	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
22	Spunta	- (R1)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
23	Otolia	- (R1)	+ (S2)	+ (S2)	- (R1)	- (R1)
24	Megusta	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)
Примітка: + (S1), (S2) — ураження сорту; - (R1), (R1) — відсутність ураження						

ідентифікації українських патотипів необхідно оновити і основний і додатковий тест-сортименти картоплі. Свого часу Л.П. Салтикова запропонувала скоротити та оновити тест-сортимент картоплі для ідентифікації українських патотипів збудника раку [10].

За роки незалежності України відібрано новий тест-сортимент картоплі для ідентифікації патотипів збудника раку [11].

ВИСНОВКИ

Дослідженнями з ідентифікації патотипів збудника раку при використанні українського тест-сортименту картоплі ідентифіковано 5 патотипів збудника раку. Ідентифікація ізоляту збудника раку з м. Сторожинець Чернівецької обл. показала відмінність даного ізоляту від інших патотипів збудника хвороби, що існують в Україні.

За використання європейського тест-сортименту картоплі виявлено, що деякі європейські сорти-диференціатори (Combi, Saphir, Miriam, Giewont, Blanik, Irga, Evora та Sprunta) дали однотипову реакцію на зараження українськими патотипами збудника хвороби.

Для продовження досліджень з ідентифікації українських патотипів пропонується оновити тест-сортимент картоплі для ідентифікації українських патотипів збудника хвороби.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 12. Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів». (Захист рослин); державна реєстрація № 0116 U002555.

Конфлікт інтересів: автор декларує про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Симонов В.Є., Мацьків Т.І., Мельник П.О. та ін. Фітосанітарна безпека України: Регульовані організми картоплі. Чернівці: Зелена Буковина, 2011. 160 с.

2. Baayen R.P., Cochius G., Hendriks H. et al. History of potato wart disease in Europe — a proposal for harmonisation in defining pathotypes. *European Journal Plant Pathology*. 2006. 116:21-31. <https://doi.org/10.1007/s10658-006-9039-y>

3. Bojnansky V. Potato wart pathotypes in Europe from an ecological point of view. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 1984. 14(2). 141-146. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1984.tb01861.x>

4. Przetakiewicz J. First report of new pathotype 39 (P1) of *Synchytrium endobioticum* causing potato wart disease in Poland. *Plant Disease*. 2015. Vol. 99 (2). 285.2. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-14-0636-PDN>

5. Çakir E., Demirci F. A new pathotype of *Synchytrium endobioticum* in Turkey: Pathotype 2. *Bitki koruma bulteni*. 2017. Vol. 57. №4. P. 415-422. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.34044.1>

6. Ghogheridze S., Sikharulidze Z., Tsetskhladze Ts. et al. Occurrence

of the Pathotype 38 of *Synchytrium endobioticum* in Khulo Municipality of Georgia. Bulletin of the Georgian national academy of science. 2020. Vol. 14. № 1. P. 114-119.

7. EPPO (2018) EPPO Global Database (available online). URL: <https://gd.eppo.int> (дата звернення: 26. 08.2024).

8. Röhrs I., Linde M., Przetakiewicz J. et al. Potato Wart: Isolates from Europe and North America Form Distinct Clusters of Genetic Variation. Life. 2023. 13. 1883. Basel, Switzerland. <https://doi.org/10.3390/life13091883>

9. Огляд поширення карантинних організмів в Україні станом на 01.01.2024 р. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshirennya_Karantinnikh_Organizmiv_V_Ukraini/224 (дата звернення: 22.08.2024).

10. Салтыкова Л.П. Идентификация патотипов рака картофеля в СССР. Защита растений. 1988. №11. С. 27-28.

11. Зея А.Г., Гунчак В.М., Мельник А.Т. та ін. Фітосанітарний стан вогнищ раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival в Карпатському регіоні України. Карантин і захист рослин. 2020. № 4-6. С. 9-15. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2020.4-6.9-15>

12. EPPO Standard PM 7/28/1 *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 2004. Vol. 34, № 2. P. 213-218. URL: [https://www.furs.si/law/eppo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28\(1\).pdf](https://www.furs.si/law/eppo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28(1).pdf)

13. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 2017. Vol. 47, №3. P. 420-440. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588>

14. Obidiegwu J.E., Sanetomo R., Flath K. et al. Genomic architecture of potato resistance to *Synchytrium endobioticum* disentangled using SSR markers and the 8.3k SolCAP SNP genotyping array. BMC Genetics. 2015. 16. 38. <https://doi.org/10.1186/s12863-015-0195-y>

15. Prodhomme C., van Arkel G., Plich J. et al. A Hitchhiker's guide to the potato wart disease resistance galaxy. Theoretical and Applied Genetics. 2020. 133. 3419-3439. <https://doi.org/10.1007/s00122-020-03678-x>

16. Van de Vossen B.T.L.H., Prodhomme C., Vossen J.H., Van der Lee T.A. *Synchytrium endobioticum*, the potato wart disease pathogen. Molecular Plant Pathology. 2022. 23 (4). P. 461-474. <https://doi.org/10.1111/mpp.13183>

17. Groth J., Song Y., Kellermann A., Scharzfischer A. Molecular characterisation of resistance against potato wart races 1, 2, 6 and 18 in a tetraploid population of potato (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*). Journal of applied genetics. 2013. Vol. 54. № 2. P. 169-178. <https://doi.org/10.1007/s13353-013-0141-5>

18. Пат № 125771 Україна. МПК G01N 1/30 (2006.01). G01N 21/25 (2006.01). C12N 1/06 (2006.01). Спосіб виявлення зооспорангіїв збудника раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Perc. з ґрунту. А.Г. Зея,

В.М. Гунчак, Г.В. Зеля, Т.Й. Макар, О.Я. Кувшинов, У.С. Кочмаровська ; заявник і патентовласник Українська науково-дослідна станція карантину рослин ІЗР НААН. № u201712463 ; заявл. 15.12.2017 ; вид. 25.05.2018. Бюл. № 10. 5 с.

19. Flath K., Przetakiewicz J., P.C.J. van Rijswick, Ristau V., van Leeuwen G.C.M. Interlaboratory tests for resistance to *Synchytrium endobioticum* in potato by the Glynne-Lemmerzuhl method. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 2014. 44(3). 510-517. <https://doi.org/10.1111/epp.12167>

Zelya A., ORCID: 0000-0002-1470-7707

Ukrainian Science Research Plant Quarantine Station Institute of Plant Protection of the NAAS, Naukova str., 4, Boiany, Chernivtsi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine

New potato wart *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival pathotypes in Ukraine

Goal. Potato wart pathotypes determined and identified in Ukraine harmonized with requirements EPPO Standard for *Synchytrium endobioticum*. **Methods.** Soil samples were extracted according to the EPPO Standard scheme with an improved drill. The potato wart causative agents zoosporangium have conducted by flotation in sodium iodide solution. The existing pathotypes and isolates of disease causative agent identification conducted as per determining reaction of Ukrainian and European potato test-assortment on winter zoospores defeating of wart pathotypes of causative agents. **Results.** There were identified 5 pathotypes of wart causative agents: (D1) common, 11 (M1) Mizhirrya, 13 (R1) Rachiv, 18 (Ya) Yasynnya, 22 (B) Bystrets. The reactions conducted on Ukrainian potato cultivar-differentiators by winter zoosporangium of different pathotypes and isolates of potato wart. The analysis of researches for potato wart pathotypes conducted during 2021—2023. Wart causative agent isolate identification of t. Storozhinetz showed the difference of specified isolate from other existing disease causative agents in Ukraine. It was difficult to determine correctly Ukrainian pathotypes during by European potato test-assortment usage. Some European cultivar-differentiators (Combi, Saphir, Miriam, Giewont, Blanik, Irga, Evora Spunta) showed the same type reaction on Ukrainian causative agents pathotypes defeating. **Conclusions.** There were identified 5 pathotypes of wart causative agent by the Ukrainian potato test-assortment. The European test-assortment showed the same reaction on one-type reaction on Ukrainian causative agents of disease pathotype during their usage. We propose to renew the test-assortment for our Ukrainian causative agents disease pathotypes identifying for continue the researches for determining.

wart; potato; determination; zoosporangia; sources; pathotypes; identification

REFERENCES

1. Simonov V.E., Matskiv T.I., Melnik P.O., Romanchenko V.O., Fialkovskiy L.G., Andriychiuk T.O.... Galata O.M. (2011). Fitosanitarna bezpeka Ukrainy: Rehulovani orhanizmy kartopli. [Phytopsanitary security of Ukraine: Potato regulated pests]. Chernivtsi: Zelena Bukovyna. 160 p. (in Ukrainian).
2. Baayen R.P., Cochius G., Hendriks H., Meffert J.P., Bakker J., Bekker M., ... Van Leeuwen G.C.M. (2006). History of potato wart disease in Europe — a proposal for harmonisation in defining pathotypes. *European Journal Plant Pathology*, 116:21-31. <https://doi.org/10.1007/s10658-006-9039-y>
3. Bojnansky V. (1984). Potato wart pathotypes in Europe from an ecological point of view. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 14(2), 141-146. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1984.tb01861.x>.
4. Przetakiewicz J. (2015). First report of new pathotype 39 (P1) of *Synchytrium endobioticum* causing potato wart disease in Poland. *Plant Disease*, 99(2), 285.2. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-14-0636-PDN>
5. Çakir E., Demirci F. (2017). A new pathotype of *Synchytrium endobioticum* in Turkey: Pathotype 2. *Bitki koruma bulteni*, 57(4), 415-422. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.34044.1>
6. Ghoghoberidze S., Sikharulidze Z., Tsetskhladze Ts. et al. (2020). Occurrence of the Pathotype 38 of *Synchytrium endobioticum* in Khulo Municipality of Georgia. *Bulletin of the Georgian national academy of science*, 14(1), 114-119.
7. EPPO (2018) EPPO Global Database (available online). URL: <https://gd.eppo.int> (application date: 08/26/2024).
8. Röhrs I., Linde M., Przetakiewicz J., Zelya A., Zelya G., Debener T. (2023). Potato Wart: Isolates from Europe and North America Form Distinct Clusters of Genetic Variation. *Life*, 13, 1883. Basel, Switzerland. <https://doi.org/10.3390/life13091883>
9. Ohliad poshyrennia karantynnykh orhanizmiv v Ukraini stanom na 01.01.2024 r. [Review of quarantine pests spread in Ukraine on 01.01.2024]. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshyrennya_Karantinnikh_Organizmiv_V_Ukraini/219 (in Ukrainian).
10. Saltikova L.P. (1988). Identifikatsiia patotipov raka kartofeoa v SSSR. [Potato wart pathotypes identification in USSR]. *Zashchyta rastenyi*, 11, 27-28. (in Russian).
11. Zelia A.H., Hunchak V.M., Melnyk A.T., Popesku G., Zadorsky E. (2020). Fitosanitarnyi stan vohnyshch raku kartopli *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. u Karpatskomu rehioni Ukrainy. [The phytosanitary term of old sources po-

tato wart *Synchytrium endobioticum* (Schlb.) Perc.in Ukraine]. Karantyn i zakhyst roslyn, 4-6, (261):9-15. DOI: 1036495/2312-0614/2020/4-6.9-15 (in Ukrainian).

12. EPPO Standard PM 7/28/1 *Synchytrium endobioticum*. (2004). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 34(2). 213-218. URL: [https://www.furs.si/law/eppo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28\(1\).pdf](https://www.furs.si/law/eppo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28(1).pdf)

13. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. (2017). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 47(3). 420-440. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.125881>

14. Obidiegwu J.E., Sanetomo R., Flath K., Tacke E., Hafferbert H.R., Hofman A.... Gebhardt K. (2015). Genomic architecture of potato resistance to *Synchytrium endobioticum* disentangled using SSR markers and the 8.3k SolCAP SNP genotyping array. BMC Genetics, 2015, 16, 38. <https://doi.org/10.1186/s12863-015-0195-y>

15. Prodhomme C., Van Arkel G., Plich J., Tammes J.E., Rijn J., Van Ech H.J. ... Vossen J.H. (2020). A Hitchhiker's guide to the potato wart disease resistance galaxy. Theoretical and Applied Genetics, 133, 3419-3439. <https://doi.org/10.1007/s00122-020-03678-x>

16. Van de Vossen B.T.L.H., Prodhomme C., Vossen J.H., Van der Lee T.A. (2022). *Synchytrium endobioticum*, the potato wart disease pathogen. Molecular Plant Pathology, 23(4), 461-474. <https://doi.org/10.1111/mpp.13183>

17. Groth J., Song Y., Kellermann A., Scharzficher A. (2013). Molecular characterisation of resistance against potato wart races 1, 2, 6 and 18 in a tetraploid population of potato (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*). Journal of applied genetics, 54(2), 169-178. <https://doi.org/10.1007/s13353-013-0141-5>

18. Zelya A.G., Hunchak V.M., Zelya G.V., Makar T.Yo., Cuvchinov O.Ya., Cocimarovska U.S. Pat. № 125771 Ukra]na. МПК G01N 1/30 (2006.01). G01N 21/25 (2006.01). C12N 1/06 (2006.01). Sposib vyivlennia zoosporanhiiv zbudnyka raku kartopli *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Pers. z hruntu. [The method of detection of zoosporangia of the causative agent of potato cancer *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Pers. from the ground]. zaiavnyk i patentovlasnyk Ukrainaska naukovo-doslidna stantsiia karantynu roslyn IZR NAAN. № u201712463 ; zaiavl. 15.12.2017 ; vyd.. 25.05.2018. Biul. № 10. 5s. (in Ukrainian).

19. Flath K., Przetakiewicz J., P.C.J. van Rijswick, Ristau V., van Leeuwen G.C.M. (2014). Interlaboratory tests for resistance to *Synchytrium endobioticum* in potato by the Glynne-Lemmerzähl method. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 44(3), 510-517. <https://doi.org/10.1111/epp.12167>

Надійшла до редакції: 27.08.2024

Прийнята до друку: 02.10.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025